

Received: 2 Aug 2018, Revised: 28 Aug 2018,

Accepted: 1 Aug 2018

นิพนธ์ต้นฉบับ

ประสิทธิภาพความเป็นพิษ และความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส จูลินทรีย์ และ สารโนวาจอรอนต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน อำเภอสว่างหา จังหวัดอ่างทอง

สัญญา พระพิชิต^{1,*} ประชุมพร เล่าห์ประเสริฐ² พรรณเกษม แผ่พร³

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ความไว และความคงทนของ ทรายเคลือบสารที่มีฟอส จูลินทรีย์แบคทีเรีย บีทีไอ และสารโนวาจอรอนต่อลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่ อำเภอสว่างหา จังหวัดอ่างทอง เปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายบ้านจากห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ ประสิทธิภาพ ความเป็นพิษเฉียบพลัน LC50 ในเวลา 24 ชั่วโมง (ที่มีฟอสและ Bti) และ 72 ชั่วโมง (โนวาจอรอน) ผลการวิจัยพบว่า ค่า LC50 ของทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1% Bti และสารโนวาจอรอนต่อลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 0.00809, 0.06705 และ 0.01103 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตามลำดับ) ความต้านทานต่อสาร (RR50) ของลูกน้ำในพื้นที่เปรียบเทียบกับลูกน้ำในห้องปฏิบัติการ ของทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1 % Bti และสารโนวาจอรอน มีค่าเท่ากับ 1.72, 1.12 และ 0.73 เท่า (ตามลำดับ) ความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ในอ่างน้ำ ใช้งานและไม่ใช้งาน เท่ากับ 2 และ 6 สัปดาห์ (ตามลำดับ) ความคงทนของ Bti กำจัดลูกน้ำยุงลาย ในพื้นที่ในอ่างน้ำใช้งานและไม่ใช้งาน เท่ากับ 1 และ 2 สัปดาห์ (ตามลำดับ) ความคงทนของสารโน วาจอรอน กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ในอ่างน้ำใช้งานและไม่ใช้งาน เท่ากับ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยสรุป ลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่ อำเภอสว่างหา จังหวัดอ่างทอง มีความไวต่อทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % Bti และสารโนวาจอรอนในระดับสูง หมายถึงลูกน้ำยุงลายบ้านยังไม่มีมีความต้านทานต่อสารทั้ง 3 ชนิด นี้ ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดลูกน้ำยุงลายนี้ เพื่อป้องกันและ ควบคุมโรคที่มียุงลายบ้านเป็นพาหะในพื้นที่ได้ ให้เหมาะสม

คำสำคัญ: ลูกน้ำยุงลายบ้าน ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1% จูลินทรีย์ Bti สารโนวาจอรอน

¹ นิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

* Corresponding author: laonna5555@gmail.com

Original Article

Efficiency, Toxicity and Persistence of Temephos (Sand Granule),
Bacillus thuringiensis var. *israelensis* and Novaluron on *Aedes aegypti* L.
Larvae in Sawaeng Ha district, Ang Thong province

Sanya Prapichit, Prachumporn Lauprasert, Pungasem Paeporn

Abstract

This experimental research aimed to examine the efficiency, resistance and persistence of Temephos 1 % sand granule, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) and Novaluron on both strains (laboratory strain and Sawaeng Ha district-field strain) of *Aedes aegypti* (L).larvae. The efficiency in term of 24-hr Median Lethal Concentration (24-h LC₅₀) of Temephos and *Bti* were analyzed in this experiment. Moreover 72-h LC₅₀ of Novaluron was analyzed. The results showed that the LC₅₀ of Temephos, *Bti* and Novaluron on *A. aegypti* larvae were 0.00809, 0.06705 and 0.01103 mg/L, respectively. The Resistance ratio (RR₅₀) of both stains of *A. aegypti* on Temephos 1 % sg, *Bti* and Novaluron were 1.72, 1.12 and 0.73, respectively. The persistence of Temephos 1 % sg on *A. aegypti* larvae (Sawaeng Ha district strain) in used and not used trap water were 2 and 6 weeks, respectively. The persistence of *Bti* on *A. aegypti* larvae (Sawaeng Ha district strain) in used and not used trap water were 1 and 2 weeks, respectively. Moreover, the persistence of Novaluron on *A. aegypti* larvae (Sawaeng Ha district strain) in used and not used trap water were 2 and 4 weeks, respectively. In conclusion, the *A. aegypti* larvae in Sawaeng Ha district showed the high susceptibility on Temephos 1 % sg, *Bti* and Novaluron. The larvae of *A. aegypti* in this area are not resistance to Temephos 1 % sg, *Bti* and Novaluron. This results can be applied to consider these larvicides to prevent and control *Aedes* borne disease in this area.

Keyword: *Aedes aegypti* larvae, Temephos 1 % sand granule, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*), Novaluron

บทนำ

โรคไข้เลือดออก เป็นโรคติดต่อมาโดยแมลงที่เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญของไทย ในปี 2555-2559 สถานการณ์โรคในจังหวัดอ่างทองพบจำนวนผู้ป่วย 269, 229, 138, 1,062 และ 143 ราย อัตราป่วยต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 94.40, 50.46, 80.62, 48.62, 374.51 และ 50.46 ตามลำดับ แต่ไม่พบผู้เสียชีวิต¹ ในเขตพื้นที่อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทองพบจำนวนผู้ป่วย 46, 21, 24, 186 และ 21 ราย ตามลำดับ มีอัตราป่วยต่อประชากรแสนคนเท่ากับ 133.13, 61.06, 69.77, 528.57 และ 60.22 ตามลำดับ² จากข้อมูลข้างต้นพบผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องทุกปี

โรคไข้เลือดออก มียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักและยุงลายสวน (*A. albopictus*) เป็นพาหะรอง ปัจจุบันกรมควบคุมโรคติดต่อได้กำหนดมาตรการ ในการควบคุมยุงพาหะไว้ 3 วิธี คือ วิธีทางกายภาพ (Physical control) วิธีทางชีวภาพ (Biological control) และวิธีทางเคมี (Chemical control) ที่ผ่านมาการใช้สารเคมีในการควบคุมยุงพาหะ เป็นวิธีที่ได้รับความนิยม โดยเลือกใช้ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1% ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย แต่การใช้สารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งเพื่อกำจัดแมลงเป็นเวลานาน (Tolerance) และสร้างความต้านทาน (Resistance) ต่อสารเคมีได้ จากข้อมูลพบว่าลูกน้ำยุงลาย เริ่มมีความต้านทานต่อสารที่มีฟอส³ ทำให้การใช้สารเคมีนี้ เพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย ไม่ประสบผล ทำให้การควบคุมโรคไม่ประสบความสำเร็จตามไปด้วย สำหรับวิธีทางชีวภาพโดยการใช้ผลิตภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงลายเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ดี โดยไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ แต่ประชาชนยังไม่

นิยมใช้กันแพร่หลาย⁴ นอกจากนี้ยังมีการใช้สารโนวาลูรอน (Novaluron) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (Insect Growth Regulators, IGR) ที่ทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้และตายในที่สุด มาใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายอย่างได้ผล แต่ยังไม่มีการแนะนำให้ประชาชนนำมาใช้ควบคุมกำจัดลูกน้ำยุงลาย⁵

จากการรายงานพบว่า ลูกน้ำยุงลายในหลายพื้นที่ มีการพัฒนาความต้านทานต่อสารที่มีฟอสและเนื่องจากในพื้นที่อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง ยังไม่เคยมีการศึกษาความต้านทานของยุงลายต่อสารที่มีฟอส ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีสนใจศึกษาประสิทธิภาพ ความต้านทาน และความคงทนของสารกำจัดลูกน้ำยุงลายทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % จุลินทรีย์ *Bti* และสารโนวาลูรอน โดยใช้ความเข้มข้นตามที่องค์การอนามัยโลก (1981) กำหนดไว้⁶ โดยเปรียบเทียบระหว่างลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง กับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์จากห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ที่มีความไวต่อสารเคมี) เพื่อที่จะใช้ข้อมูลในการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดลูกน้ำยุงลายให้เหมาะสมพื้นที่ในการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกที่มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน (*A. aegypti*) ของทรายเคลือบสารที่มีฟอส จุลินทรีย์ *Bti* และสารโนวาลูรอน ในขนาดความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ

2. เพื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1%, จุลินทรีย์ *Bti* และสารโนวาลูรอน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน

สายพันธุ์ห้องปฏิบัติการและลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่

3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 %, จุลินทรีย์ *Bti*. และสารโนวาจูรอน ในขนาดที่ใช้งาน ต่อการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการและลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research)

1. การเตรียมยุงที่ใช้ทดลอง

ลูกน้ำยุงลายบ้าน (*A. aegypti*) จากห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และลูกน้ำยุงลายบ้าน ในพื้นที่อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง โดย

1.1 นำไข่ยุงลายจากห้องปฏิบัติ มาเพาะเลี้ยงให้เป็นลูกน้ำยุงลาย ระยะที่ 3

1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในทุกตำบลของอำเภอแสวงหา มาเพาะจนได้ยุงลายตัวเต็มวัย นำเข้าเลี้ยงในกรงขนาด 30 x 30 x 30 เซนติเมตร ให้อาหารสารละลายน้ำตาล 10 % ผสมวิตามิน ให้อาหารผสมพันธุ์กันเองในกรง จากนั้นให้เลือดกับยุงโดยการนำหนูตะเภาใส่กรงให้ดูดเลือดทิ้งไว้ 3-5 ชั่วโมง ในช่วงกลางวัน จากนั้น 2-3 วัน นำภาชนะใส่น้ำให้ยุงลายวางไข่ในกรง นำไข่ยุงลายที่ได้มาเพาะเลี้ยงเป็นลูกน้ำจนได้ลูกน้ำยุงลายตัวเต็มวัยรุ่นที่ 1 ระยะที่ 3

2. สารกำจัดลูกน้ำยุงลายที่ใช้ทดสอบ

2.1 ทรายเคลือบที่มีฟอส 1 % ชื่อการค้า Star sand® อัตราส่วนของสารออกฤทธิ์ Temephos 1 % W/W บรรจุซองขนาด 50 กรัม ผลิตโดย บริษัท เอแซดโปรดักเตอร์ จำกัด

2.2 จุลินทรีย์ *Bti* ชื่อการค้า MOSTAB® สารออกฤทธิ์ 1,000 ITU บรรจุ 30 เม็ด ผลิตโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

2.3 สารโนวาจูรอน ชื่อการค้า Oscar 100® ขนาดออกฤทธิ์ 10 % W/N EC บรรจุขวดขนาด 100 มิลลิลิตร ผลิตโดยบริษัท มักเตอิม อากัน (ประเทศไทย)

3. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน ในระดับความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกแนะนำในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย โดย

3.1 เตรียมสารที่ใช้ทดสอบ ในระดับความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกแนะนำโดย

3.1.1 นำทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % น้ำหนัก 0.1 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของที่มีฟอส 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นแบ่งสารละลายใส่ในปิกรเกอร์ๆ ละ 250 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ

3.1.2 *Bti* น้ำหนัก 5 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของ *Bti* 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นแบ่งสารละลายใส่ในปิกรเกอร์ๆ ละ 250 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ

3.1.3 สารโนวาจูรอน น้ำหนัก 0.5 มิลลิกรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของโนวาจูรอน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นแบ่งสารละลายใส่ในปิกรเกอร์ๆ ละ 250 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ

3.1.4 เตรียมปิกรเกอร์ใส่น้ำสะอาดที่ไม่มีสารคลอรีนหรือสารเคมีอื่นเจือปน ปิกรเกอร์ละ 250 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ เป็นกลุ่มควบคุม

3.2 เตรียมสารในข้อ 3.1.1- 3.1.4 จำนวน 2 ชุด เพื่อใช้ทดสอบลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการ และลูกน้ำยุงลายพื้นที่อำเภอแสวงหา

3.3 คัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 จากห้องปฏิบัติการ ใส่ไว้ในถ้วยเล็กที่ตวงน้ำสะอาดไม่มีสารคลอรีนหรือสารเคมีอื่นเจือปนปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วใช้กระชอนขนาดเล็กตักใส่ปิ๊กเกอร์ชุดที่ 1 ปิ๊กเกอร์ละ 25 ตัว สารละ 4 ใบ รวมใช้ลูกน้ำ 400 ตัว

3.4 คัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 จากอำเภอสว่างหา ดำเนินการเช่นเดียวกับ ข้อ 3.3

3.5 ใช้แบบบันทึกข้อมูล บันทึกจำนวนการตายของลูกน้ำ หลังการทดสอบ (โดยปิ๊กเกอร์ที่ใส่สารที่มีฟอส และ *Bti* นับจำนวนการตายที่ครบ 24 ชั่วโมง ส่วนปิ๊กเกอร์ที่ใส่สารโนวาจูรอน นับจำนวนการตายที่ครบ 72 ชั่วโมง) แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาอัตราการตาย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อแปลผลของลูกน้ำยุงลายบ้านที่มีต่อสารเคมีตามเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก⁷

4. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน ต่อทรายเคลือบสารที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน เตรียมสารทดลองโดย

4.1 นำทรายเคลือบสารที่มีฟอสละลายในน้ำแล้วเจือจาง เพื่อให้ได้สารที่มีฟอส มีระดับความเข้มข้น 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ลงในปิ๊กเกอร์ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เพื่อดำเนินการทดสอบ 4 ซ้ำโดยมีปิ๊กเกอร์ควบคุมดำเนินการเช่นเดียวกัน แต่ใส่น้ำสะอาดที่ไม่มีสารคลอรีนหรือสารเคมีอื่นเจือปน

4.2 นำ *Bti* ละลายในน้ำ แล้วทำให้เจือจาง ที่ระดับความเข้มข้น 0.3125, 0.625, 1.25, 2.5 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ลงในปิ๊กเกอร์ปริมาตร 250 มิลลิลิตร

4.3 นำสารโนวาจูรอนละลายในน้ำแล้วทำให้เจือจางให้ได้สารโนวาจูรอน ที่ระดับความเข้มข้น 0.003125, 0.00625, 0.0125, 0.025 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ลงในปิ๊กเกอร์ปริมาตร 250 มิลลิลิตร

4.4 เตรียมสารในข้อ 4.1- 4.3 จำนวน 2 ชุด ทดสอบลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการ และลูกน้ำยุงลายพื้นที่อำเภอสว่างหา ดำเนินการทดสอบโดยชุดที่ 1 ใส่ลูกน้ำยุงลายห้องปฏิบัติการ ชุดที่ 2 ใส่ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ โดยใส่ลูกน้ำยุงลาย ปิ๊กเกอร์ละ 25 ตัว

4.5 ใช้แบบบันทึกข้อมูล บันทึกจำนวนการตายของลูกน้ำยุงลายหลังการทดสอบโดยสารเคมีที่มีฟอส และ *Bti* นับจำนวนการตายที่เวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารโนวาจูรอนนับจำนวนการตายที่เวลา 72 ชั่วโมง

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาค่า LC_{50} และ Resistance ratio (RR_{50})

4.6.1 การหาค่า LC_{50} ทำได้โดย นำอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบด้วยสารเคมีความเข้มข้นต่าง ๆ มาคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารที่ทำให้ลูกน้ำยุงตาย ร้อยละ 50 (lethal concentration, LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis⁶

4.6.2 การหาค่าความต้านทานต่อสาร Resistance ratio (RR_{50}) หาได้จากสูตร

$$RR_{50} = \frac{LC_{50} \text{ ลูกน้ำในพื้นที่}}{LC_{50} \text{ ลูกน้ำจากห้องปฏิบัติการ}}$$

5. การศึกษาเปรียบเทียบความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน ในน้ำที่มีการใช้งานและไม่มีการใช้งาน ต่อการกำจัดลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการและลูกน้ำยุงลายในพื้นที่

5.1 วิธีการทดสอบในน้ำที่ไม่มีการใช้งาน เตรียมสารทั้ง 3 ชนิด ดังนี้

5.1.1 ใส่ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % จำนวน 10 กรัม ในน้ำ 100 ลิตร *Bti* จำนวน 0.5 กรัมในน้ำ 100 ลิตร และ สารโนวาจูรอน

จำนวน 0.05 กรัมในน้ำ 100 ลิตร สารละ 4 ใบ รวม 12 ใบ

5.1.2 กลุ่มควบคุม ใส่ น้ำที่ไม่มีสารเคมีอื่นเจือปน ปริมาณ 100 ลิตร จำนวน 4 ใบ

5.1.3 ประเมินประสิทธิภาพและความคงทนของสารกำจัดลูกน้ำ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยใส่ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 จากห้องปฏิบัติการ และลูกน้ำพื้นที่อำเภอแสวงหา ลงในกรงลอย ลูกน้ำขนาด $6 \times 6 \times 6$ เซนติเมตร จำนวน 25 ตัว แล้วนำใส่โถงที่เตรียมไว้ตามข้อ 5.1.1-5.1.2 โดยในหนึ่งโถงต้องลอยกรงลอยลูกน้ำจำนวน 2 ใบ (ลูกน้ำยุงลายห้องปฏิบัติการ 1 กรง, ลูกน้ำยุงลายบ้านจากพื้นที่ 1 กรง)

5.1.4 นับจำนวนการตายของลูกน้ำยุงลายหลังการทดสอบ โดยโถงที่ใส่สารเคมีที่มีฟอส และ *Bti* นับจำนวนการตายที่ 24 ชั่วโมง ส่วนโถงที่ใส่สารโนวาจูรอนนับจำนวนการตายที่ 72 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลจำนวนการตาย

5.2 วิธีการทดสอบในน้ำที่มีการใช้งานเตรียมสารทั้ง 3 ชนิด ดังนี้

5.2.1 ใส่ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % จำนวน 10 กรัม ในน้ำ 100 ลิตร *Bti* จำนวน 0.5 กรัมในน้ำ 100 ลิตรและ สารโนวาจูรอนจำนวน 0.05 กรัมในน้ำ 100 ลิตร สารละ 4 ใบ รวม 12 ใบ

5.2.2 กลุ่มควบคุม ใส่ น้ำที่ไม่มีสารเคมีอื่นเจือปน ปริมาณ 100 ลิตร จำนวน 4 ใบ

5.2.3 ประเมินประสิทธิภาพและความคงทนของสารกำจัดลูกน้ำ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยใส่ลูกน้ำยุงลาย จากห้องปฏิบัติการและลูกน้ำพื้นที่อำเภอแสวงหาลงในกรงลอยลูกน้ำขนาด $6 \times 6 \times 6$ เซนติเมตร จำนวน 25 ตัว แล้วนำใส่โถงที่เตรียมไว้ตามข้อ 5.2.1-5.2.2 โดยในหนึ่งโถงต้องลอยกรงลอยลูกน้ำจำนวน 2 ใบ (ลูกน้ำยุงลาย

ห้องปฏิบัติการ 1 กรง, ลูกน้ำยุงลายบ้านจากพื้นที่ 1 กรง)

5.2.4 ใช้แบบบันทึกข้อมูล จำนวนการตายของลูกน้ำยุงลาย โดยโถงที่ใส่สารเคมีที่มีฟอส และ *Bti* นับจำนวนการตายที่ 24 ชั่วโมง ส่วนโถงที่ใส่สารโนวาจูรอน นับจำนวนการตายที่ 72 ชั่วโมง บันทึกข้อมูล จนถึง 16 สัปดาห์

5.2.5 จำลองการใช้น้ำโดยการตักน้ำออกจากโถง 50 ลิตร และเติมน้ำใหม่กลับลงโถง 50 ลิตร ทุกสัปดาห์ ทุกโถง จนครบระยะเวลาทดลองจำนวน 16 สัปดาห์

5.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ใช้สถิติ *t-test*, ANOVA

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย

ในการทดสอบประสิทธิภาพของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % *Bti* และสารโนวาจูรอนพบว่าลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการ มีค่าร้อยละการตายเท่ากับ 100, 100 และ 92 ส่วนลูกน้ำยุงลายในพื้นที่อำเภอแสวงหา มีค่าร้อยละการตายเท่ากับ 100, 100 และ 92 (ดังตารางที่ 1)

2. ความเป็นพิษของทรายเคลือบสารที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน

2.1 ค่ามัธยฐานของระดับความเข้มข้น (LC_{50}) ของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 0.00470 และ 0.00809 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) ค่า LC_{50} ของ *Bti* ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่มีค่าเท่ากับ 0.05963 และ 0.06705 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3) และค่า LC_{50} ของสารโนวาจูรอน ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการและ

ในพื้นที่มีค่าเท่ากับ 0.01503 และ 0.01103 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4)

2.2 ค่าความต้านทานต่อสาร (RR₅₀) ในระดับความเข้มข้นที่ องค์การอนามัยโลกแนะนำ ให้ใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายในชุมชน พบว่า

ความต้านทานต่อสาร (RR₅₀) ของลูกน้ำในพื้นที่เปรียบเทียบกับลูกน้ำในห้องปฏิบัติการของทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1 % *Bti* และสารโนวาจูรอน มีค่าเท่ากับ 1.72, 1.12 และ 0.73 เท่าตามลำดับ (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละการตายของลูกน้ำในห้องปฏิบัติการและลูกน้ำในพื้นที่ ของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % และ *Bti* ที่เวลา 24 ชั่วโมง และสารโนวาจูรอน ที่เวลา 72 ชั่วโมง

ลูกน้ำยุงลาย	อัตราการตาย					
	ที่มีฟอส 1% sg (1mg/L)		<i>Bti</i> (5mg/L)		โนวาจูรอน (0.05mg/L)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ห้องปฏิบัติการ	100	0	100	0	92.00	0
พื้นที่	100	0	100	0	92.00	0

ตารางที่ 2 ค่า LC₅₀ ของทรายเคลือบสารมีฟอส 1 % ต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (L) และลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (F)

ความเข้มข้น (mg/L)	จำนวนลูกน้ำทั้งหมด	จำนวนลูกน้ำตาย (ตัว)		ร้อยละการตายที่ถูกต้อง		Proportion Dead		Empirical Probit		LC ₅₀ (mg/L)	
		L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
Control	100	0	0	0	0	-	-	-	-		
0.0625	100	95	93	95	93	0.95	0.93	6.64	6.48		
0.125	100	98	97	98	97	0.98	0.97	7.05	6.88	0.00470	0.00809
0.25	100	99	99	99	99	0.99	0.99	7.33	7.33		
0.5	100	100	100	100	100	1.00	1.00	-	-		
1	100	100	100	100	100	1.00	1.00	-	-		

ตารางที่ 3 ค่า LC₅₀ ของ *Bti* ต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (L) และลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (F)

ความเข้มข้น (mg/L)	จำนวนลูกน้ำทั้งหมด	จำนวนลูกน้ำตาย (ตัว)		ร้อยละการตายที่ถูกต้อง		Proportion Dead		Empirical Probit ¹		LC ₅₀ (mg/L)	
		L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
Control	100	0	0	0	0	-	-	-	-		
0.3125	100	91	85	91	85	0.91	0.85	6.28	6.04		
0.625	100	97	92	97	92	0.97	0.92	6.88	6.41	0.05963	0.06705
1.25	100	99	97	99	97	0.99	0.97	7.33	6.88		
2.5	100	100	99	100	99	1.00	0.99	-	7.33		
5	100	100	100	100	100	1.00	-	-	-		

ตารางที่ 4 มัธยฐานของระดับความเข้มข้น (LC₅₀) ของสารโนวาทรอนต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (L) และลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (F) (72 ชั่วโมง)

ความเข้มข้น (mg/L)	จำนวนลูกน้ำทั้งหมด	จำนวนลูกน้ำตาย (ตัว)		ร้อยละการตายที่ถูกต้อง		Proportion Dead		Empirical Probit		LC ₅₀ (mg/L)	
		L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
Control	100	4	3	4	3	0.04	0.03	3.25	3.12		
0.003125	100	11	11	11	11	0.11	0.11	3.77	3.77		
0.00625	100	29	30	29	30	0.23	0.30	4.26	4.48		
0.0125	100	49	59	49	59	0.42	0.59	4.80	5.23	0.01503	0.01103
0.025	100	74	78	74	78	0.66	0.78	5.77	5.77		
0.05	100	90	91	90	91	0.85	0.91	6.04	6.04		

ตารางที่ 5 ความต้านทานต่อสาร Resistance ratio (RR₅₀) ของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ต่อลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ

สาร	LC ₅₀ (mg/L)		RR ₅₀ *
	ห้องปฏิบัติการ	ในพื้นที่ อ.แสวงหา	
Temephos	0.00470	0.00809	1.72
<i>Bti</i>	0.05963	0.06705	1.12
Novaluron	0.01503	0.01103	0.73

* ความต้านทานต่อสาร Resistance ratio (RR₅₀) = $\frac{LC_{50} \text{ ลูกน้ำในพื้นที่}}{LC_{50} \text{ ลูกน้ำจากห้องปฏิบัติการ}}$

3. ความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาทรอน ในน้ำที่มีการใช้งานและไม่มีการใช้งาน ต่อการกำจัดลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการและลูกน้ำยุงลายในพื้นที่

3.1 ผลการศึกษาความคงทนในน้ำที่ไม่ใช้งานพบว่า

3.1.1 ทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1 % สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (LT) ได้ร้อยละ 100 นาน 8 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 14 สัปดาห์ ความคงทนของ *Bti* สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (LB) ได้ร้อยละ 100 นาน 3 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 4 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถกำจัดลูกน้ำตั้งแต่สัปดาห์ที่ 11 เป็นต้นไป ในส่วนของสารโนวาทรอนสามารถ

กำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (LN) ได้มากกว่าร้อยละ 80 นาน 4 สัปดาห์

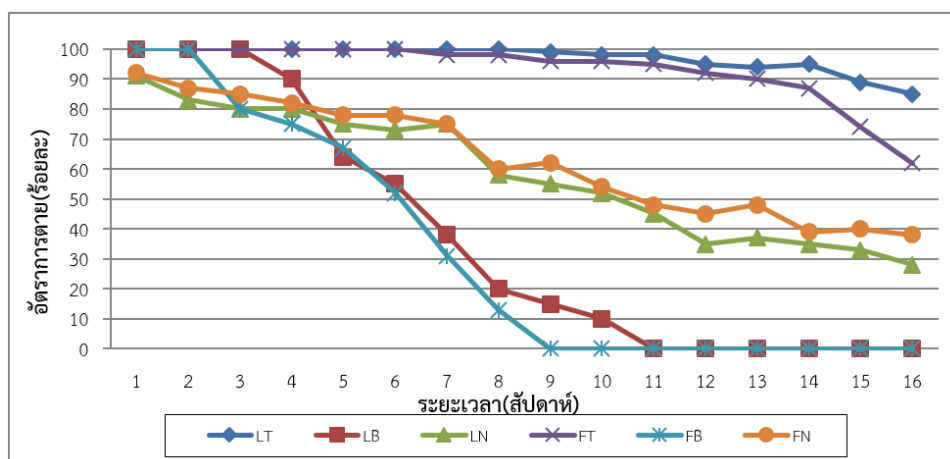
3.1.2 ทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1 % สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (FT) ได้ร้อยละ 100 นาน 6 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 13 สัปดาห์ ความคงทนของ *Bti* สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (FB) ได้ร้อยละ 100 นาน 2 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 3 สัปดาห์ และไม่สามารถกำจัดลูกน้ำตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป ในส่วนของสารโนวาทรอนสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ (FN) ได้มากกว่าร้อยละ 80 นาน 4 สัปดาห์ (ดังแผนภูมิที่ 1)

3.2 ผลการศึกษาความคงทนในน้ำที่ใช้งานพบว่า

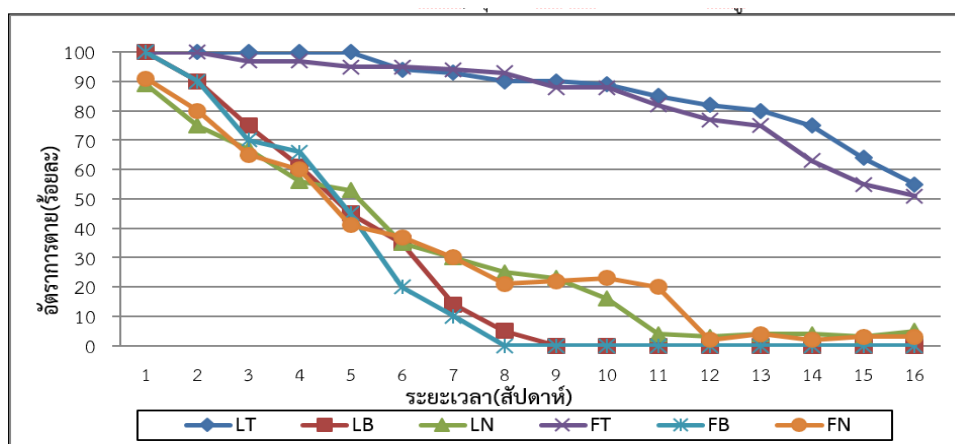
3.2.1 ทราบเชื้อแบคทีเรียที่มีฟอส 1 % สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (LT) ได้ร้อยละ 100 นาน 5 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 9 สัปดาห์ ความคงทนของ *Bti* สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ (LB) ได้ร้อยละ 100 นาน 1 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 2 สัปดาห์ และไม่สามารถกำจัดลูกน้ำตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป ในส่วนของสารโนวาจูรอนสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ(LN) ได้มากกว่าร้อยละ 80 นาน 1 สัปดาห์

3.2.2 ทราบเชื้อแบคทีเรียที่มีฟอส 1 % สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่(FT) ได้ร้อยละ 100 นาน 2 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 8 สัปดาห์ ความคงทนของ *Bti* สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่(FB) ได้ร้อยละ 100 นาน 1 สัปดาห์ และได้มากกว่าร้อยละ 90 นาน 2 สัปดาห์ และไม่สามารถกำจัดลูกน้ำตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 เป็นต้นไป ในส่วนของสารโนวาจูรอนสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่(FN) ได้มากกว่าร้อยละ 80 นาน 2 สัปดาห์ (ดังแผนภูมิที่ 2)

แผนภูมิที่ 1 ความคงทนของทราบเชื้อแบคทีเรียที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอน ในน้ำที่ไม่ใช้งาน



แผนภูมิที่ 2 ความคงทนของทราบเชื้อแบคทีเรียที่มีฟอส *Bti* และสารโนวาจูรอนในน้ำที่ใช้งาน



สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพ ความเป็นพิษ และ ความคงทนของทรายเคลือบสารที่มีฟอส จูลินทรีย์ *Bti* และสารโนวาจอรอนต่อลูกน้ำยุงลาย บ้าน (*A. aegypti*, L.) อำเภอสว่างหา จังหวัด อ่างทอง ในขนาดความเข้มข้นที่องค์การอนามัย โลกแนะนำให้ใช้ พบว่า

1. ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 %, จูลินทรีย์ *Bti* และสารโนวาจอรอน มีประสิทธิภาพ ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายพื้นที่ได้ดี โดยทราย เคลือบสารที่มีฟอส 1 % และจูลินทรีย์ *Bti* มี ประสิทธิภาพเท่ากัน ที่มี ค่าเฉลี่ยร้อยละการตาย เท่ากับ 100 รองลงมา คือสารโนวาจอรอน มี ค่าเฉลี่ยร้อยละการตายเท่ากับ 92 แสดงให้เห็นว่า สารทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำ ยุงลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงศักดิ์ เจตนะจิตร์⁸ ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพของ ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % และจูลินทรีย์ *Bti* ต่อลูกน้ำยุงลายชนิด *A. aegypti* ในเขตอำเภ อหันคา จังหวัดชัยนาท พบว่า มีประสิทธิภาพใน การกำจัดลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ระยะที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละการตายเท่ากับ 100 ประสิทธิภาพ ของทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1%, จูลินทรีย์ *Bti* ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายไม่แตกต่างกัน และ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ กิตติ ปรมิตรผลและ คณะ⁽⁵⁾ ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพของสารโน วาจอรอน โดยฉีดพ่นน้ำผสมสารโนวาจอรอน ในราง ระบายน้ำของชุมชนแออัดและหมู่บ้านจัดสรรใน กรุงเทพมหานคร โดยสุ่มตรวจวิเคราะห์ ทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าลูกน้ำยุงลาย ลดลง มากกว่าร้อยละ 95

2. ความเป็นพิษของทรายเคลือบสารที่มี ฟอส 1 %, จูลินทรีย์ *Bti* และ สารสารโนวาจอรอน ในขนาดความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ

ให้ใช้ พบว่าลูกน้ำทั้งสองสายพันธุ์มีความไวต่อ ผลกระทบทั้ง 3 ชนิด ดังนี้

ค่าความต้านทานต่อสารทั้ง 3 ชนิด โดย เปรียบเทียบค่า LC_{50} ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่กับ ลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ พบว่า ลูกน้ำ ยุงลายในพื้นที่ที่มีความต้านทานต่อทรายเคลือบ สารที่มีฟอส 1 %, *Bti* และสารโนวาจอรอน เท่ากับ 1.72, 1.12 และ 0.73 ตามลำดับ แสดงว่า ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่อำเภอสว่างหา มีความไว สูงสุดต่อสาร โนวาจอรอน รองลงมาคือ *Bti* และ ทรายเคลือบสารที่มีฟอส 1 % ตามลำดับ เนื่องจากในพื้นที่อำเภอสว่างหาใช้ทรายเคลือบ สารที่มีฟอส ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายติดต่อกันมา เป็นเวลานานจึงทำให้ลูกน้ำยุงลายมีความ ต้านทานต่อสารที่มีฟอสมากขึ้น สอดคล้องกับ วาสนา สอนเพ็ง และคณะ⁹ที่ทดสอบที่มีฟอส ความความต้านทานของลูกน้ำยุงลายใน 7 เทศบาลของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน พบว่า ที่ระดับ LC_{50} ลูกน้ำเริ่มมีความต้านทานต่อสาร โดยเฉพาะ ลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์มูกดาหาร มี ความต้านทานสูงสุดคือ 12.68 เท่า และในส่วน ของ *Bti* มีการนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน พื้นที่อำเภอสว่างหาเป็นบางครั้ง แต่สำหรับสารโน วาจอรอน ยังไม่พบว่ามีมีการนำมาใช้ในการกำจัด ลูกน้ำยุงลาย จึงทำให้ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่อำเภ อสว่างหาพบการต้านทานต่อสารทั้งสองชนิดน้อย กว่า ดังนั้น ผลกระทบทั้งสามชนิดดังกล่าวจึง สามารถนำมาใช้ในพื้นที่ของอำเภอสว่างหา จังหวัดอ่างทอง ต่อไปได้ ทั้งนี้ควรคำนึงถึง ประเภทของน้ำที่มีใช้อยู่จริงในพื้นที่

3. ความคงทนของทรายเคลือบสารที่มี ฟอส 1% จากการทดสอบการกำจัดลูกน้ำยุงลาย ในห้องปฏิบัติการ พบว่าในน้ำที่ใช้งานและที่ไม่ได้ ใช้งานนั้นมีความคงทนนาน 5, 8 สัปดาห์ ตามลำดับ และการกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่

พบว่าในน้ำที่ใช้งานและที่ไม่ได้ใช้งานนั้น มีความคงทนนาน 2, 6 สัปดาห์ ตามลำดับที่อัตราการตาย 100 % สำหรับความคงทนของ *Bti* ที่กำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ มีความคงทนนาน 1, 3 สัปดาห์ ตามลำดับที่อัตราการตายเท่ากับ 100 % ส่วนการออกฤทธิ์กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่นั้นพบว่าในน้ำทั้งใช้งานและไม่ได้ใช้งานนั้นมีความคงทนนาน 1, 2 สัปดาห์ ตามลำดับ สำหรับสารโนวาอูรอน ที่กำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการในน้ำที่ใช้งานและไม่ได้ใช้งานพบว่ากำจัดลูกน้ำ ที่อัตราการตาย ร้อยละ 80-92 นาน 1 และ 4 สัปดาห์ และการกำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ ในน้ำที่ใช้งานและไม่ได้ใช้งานพบว่าสามารถกำจัดลูกน้ำ ที่อัตราการตายร้อยละ 80-92 นาน 2 และ 4 สัปดาห์ จะพบว่า ทราเยเคลือบสารที่มีฟอส 1 % มีความคงทนมากที่สุด รองลงมาคือ สารโนวาอูรอน และ *Bti* ตามลำดับ เนื่องจากสารที่มีฟอสที่เคลือบเม็ดทรายซึ่งจะปล่อยความเป็นพิษออกมาทีละน้อย ทำให้มีความคงทนในการออกฤทธิ์กำจัดลูกน้ำยุงลายได้นาน ซึ่งการศึกษาของ อารัง ผลชีวิน และคณะ⁽¹⁰⁾ พบว่าสามารถควบคุมลูกน้ำยุงลายในน้ำที่อุปโภคบริโภคได้มีอัตราการตาย ร้อยละ 100 นาน 15 สัปดาห์ แต่ *Bti* นั้นเป็นจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตและเมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณความเป็นพิษของ *Bti* จะสลายตัวไปโดยความร้อนหรือแสงแดด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชัย สติมัย และคณะ⁽⁴⁾ ซึ่งศึกษาการควบคุมและป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายโดยการใช้จุลินทรีย์เบื้องต้นพบว่าลูกน้ำยุงลายตายภายใน 24 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 100 และสามารถป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายได้ 1 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ สำหรับสารโนวาอูรอนนั้นมีความคงทนน้อยกว่างานวิจัยของ Mulla และคณะ⁽¹¹⁾ ที่ศึกษาความคงทนของลูกน้ำยุงลายเปรียบเทียบความคงทนของสารโนวาอูรอนระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

พบว่าสารโนวาอูรอน ที่ความเข้มข้น 0.05 – 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในภาชนะที่ไม่ใช้งาน มีอัตราการตายเท่ากับร้อยละ 86-96 นาน 190 วัน

การควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลายให้ได้ผลดีนั้นต้องอาศัยวิธีการหลาย ๆ วิธีร่วมกัน เรียกว่า การจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (Integrated Vector Management หรือ IVM) เช่น การกำจัดแหล่ง เพาะพันธุ์ลูกน้ำยุง ใช้หลักการ 5ป.1ข. หรือใช้ทรายเคลือบสารที่มีฟอสที่กระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้ประชาชนใช้นั้น ควรจะสลับกับผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำยุงลายแบบอื่น ๆ เพื่อป้องกันการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลาย

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. สารโนวาอูรอน ในการศึกษาครั้งนี้สังเกต การตายลูกน้ำยุงลายภายใน 72 ชั่วโมง ซึ่งการออกฤทธิ์ของสารโนวาอูรอน อาจจะยังไม่สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายตายได้ จึงควรมีการสังเกตการณ์ตายของลูกน้ำยุงลายภายใน 7 วัน หากลูกน้ำยุงลายไม่สามารถลอกคราบเป็นตัวโม่งได้ควรนับเป็นลูกน้ำตาย

2. ความคงทน ทราเยเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1% มีความคงทนมากกว่า *Bti* และสารโนวาอูรอน ตามลำดับ ดังนั้นถ้าต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่มีความคงทนสูงนั้น จึงควรเลือกใช้ทรายเคลือบสารเคมีที่มีฟอส 1%

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากทีมอาจารย์ปรึกษา ประกอบด้วย ผศ.ดร.ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ และอาจารย์ ดร.พรรณเกษม แผ่พร

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักโรคติดต่อทางแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สถานการณ์ ไข้เลือดออก [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 มีนาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaivbd.org/n/home>
2. สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแกลง. รายงาน การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา. อำเภอ: สำนักงาน สาธารณสุขอำเภอแกลง; 2560.
3. Ponlawat A, Jefferey G, Laura C. Insecticide susceptibility of aedes aegypti and aedes albopictus across Thailand. J. Med. Entomol 2005; 42: 821-825.
4. วิชัย สติมัย, สมบูรณ์ เถาว์พันธ์, บุญเทียน อาสารินทร์. การทดลองการควบคุมและ ป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายโดยใช้ จุลินทรีย์เบื้องต้น. วารสารมาลาเรีย 2541; 35(4) : 175 -183.
5. กิตติ ปรมัตถผล, พีระเดช ศิริเชต. การควบคุม ลูกน้ำยุงลายแบบต่อเนื่องโดยใช้สารโนวาจูรอนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการ สาธารณสุข 2551; 17(2) : 285 - 294.
6. World Health Organization. Instruction for determining the susceptibility or resistance of adult mosquito to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides establishment of the base line. WHO/VBC/1981; 806.
7. World Health Organization. Introductions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. 1981; 807 : 11-26.
8. เกรียงศักดิ์ เจตนะจิตร. ประสิทธิภาพ ความไว และความคงทนของทรายเคลือบสารเคมีที่มี ฟอส 1 % และเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* ในการกำจัด ลูกน้ำยุงลายบ้าน ในอำเภอหันคา จังหวัด ชัยนาท. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุข ศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2553.
9. วาสนา สอนเพ็ง, สุภาณี พิมพ์สมาน, สมศักดิ์ อรรถศิลป์. ความต้านทานของลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* Linnaeus (Dipter : Culicidae) ต่อสารที่มีฟอส. วารสารวิชาการ สาธารณสุข 2552; 18(5) : 650 - 654.
10. อารัง ผลชีวัน, สุนัยนา สหพันธ์ไตรภพ, อำนาจ บุญเครือพันธ์, สมชาย แสงกิจพร. การศึกษา ฤทธิ์คงทนของทรายอะเบทในการควบคุม ลูกน้ำยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* ในสภาพ ธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ. วารสาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 58(3) : 161- 167.
11. Mulla MS, Thavara U, Tawatsin A, et al. Laboratory and field evaluation of Novaluron, a new Acylurea Insect Growth Regulator against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Vector Ecol. 2003; 28(2) : 241 – 254.